

学校集団登山における引率教師の運動強度と引率の影響

一心拍数と主観的運動強度による検討—

やまもと あきら たけい たかし
山本 享 武井 貴

〈要 旨〉

本研究は、学校集団登山の実施において引率教師の運動強度を明らかにし、安全な集団登山引率を行うために必要な体力を検討するとともに、引率要因が運動強度に与える影響を明らかにすることを目的とした。調査には心拍数と主観的運動強度(RPE)を用い、運動強度を推定した。また、心拍数とRPEの関係から引率要因が運動強度に与える影響を検討した。結果、平均心拍数から登山全行程では、有酸素運動の運動強度であった。最大値は無酸素運動の強い運動強度であった。さらに、心拍数とRPEから引率要因が心拍数とRPE共に影響をもたらすと示唆された。結果より、引率教師は班の生徒のペースに合わせてしまう傾向があると考えられ、オーバーペースになりやすいと推察された。結論として、集団登山引率に必要な体力と引率要因が運動強度に与える影響が示唆され、引率教師は具体的な目安以上の運動習慣を持つだけでなく、引率に必要な安全に留意できる体力を身につけることと、ペース設定や生徒のペースに合わせないなど班をコントロールする必要があると考えられた。

〈キーワード〉

心拍数、主観的運動強度(RPE)、学校集団登山、引率

I. 問題

登山は誰にでも気軽に行え、健康維持のために有効なスポーツの1つである。2013年6月に富士山が世界文化遺産に登録されたこともあり、登山人口は近年増加傾向にある。日本生産性本部のレジャー白書によると、2012年の登山人口は860万人であり、2016年には8月11日が「山の日」として国民の祝日に制定されたことから、今後ますます登山人口は増加すると考えられる。

学校教育では、教育の一環として以前から学校集団登山が行われている。長野県では、伝

統的に中学校を中心に多くの学校で学校集団登山が行われており、長野県山岳総合センターは、2010年度に長野県内において特別支援学級を除いた国公立中学校 198 校のうち約 90%の 178 校で学校集団登山を実施したと報告している¹⁾。集団宿泊体験やキャンプ経験でもある集団登山は、自己効力感と自己肯定感を高めることが明らかになっている²⁾。自己効力感や自己肯定感是人とのかかわりに影響を与え、自己効力感や自己肯定感が高いひとは対人関係が円滑に進められ、積極的に良好な対人関係が構築できる³⁾。中学生の時期に自己効力感や自己肯定感を高めることは、充実した学校生活を送ることにつながる。

しかし、学校集団登山は高い教育的効果が望めるが危険も多い。山口らは標高 2,500mを超える宿泊を伴う学校集団登山を実施している中学校 38 校を対象にした調査の中で、急性高山病症状を発症した生徒を報告しており、短期間でも起こる可能性があるとしている⁴⁾。また、2,500m以上の登山で高地暴露が続けると高地肺水腫を起こす可能性もあると考えられる。山の事故としても、警察庁生活安全局地域課まとめによると、2015 年登山事故数 2,283 件、20 歳未満においても 201 件あったと報告している⁵⁾。

生徒の安全を確保し、学校集団登山を実施するためには、実際に生徒を引率して登山する教師の役割は重要である。登山の専門家ではない引率教師が生徒の緊急時に様々な対応をすることを考えれば、体力的に余裕を持って班の引率をする必要がある。この特異な状況を踏まえた上で、引率教師は心と体の準備をすることが求められる。そのため、学校集団登山の実施において、引率教師の運動強度を明らかにし、班の引率が運動強度に与える影響を把握することは安全性を高めることができると思われる。

登山の感覚的な運動強度を調査する方法として主観的運動強度(Rating of Perceived Exertion, 以下RPEとする)の調査がある。登山者は登山中に最大心拍数を記録した時の運動強度をRPEとして報告する傾向があり、安全な登山を実施する上でRPEの検討は有効である⁶⁾。しかしながら、登山時のRPEは自然環境による影響が大きく、天候条件が良好な場合低く見積もられる可能性があるため⁶⁾⁷⁾、生理学的な負荷強度も検討することが望ましい。生理学的な負荷強度を検討する方法に心拍数の測定が多く用いられている⁷⁾。RPEと心拍数は相関関係にあることがわかっている⁶⁾⁷⁾。特に、登山者は登山区間の最も高い心拍数を記録した時の運動強度をRPEとして報告する傾向があり、RPEと最大心拍数は相関関係が強い⁵⁾。そのため、感覚的な運動強度をRPEで、生理学的な運動強度を心拍数で測定し、その関係を検討することで、引率によって引き起こされる変化を把握できると思われる。

そのため、本研究では学校集団登山の実施において、引率教師の運動強度を明らかにし、安全な集団登山引率を行うために必要な体力を検討するとともに、引率要因が運動強度に与える影響を検討することを目的とした。

II. 方法

1. 調査日時：

2015 年 7 月 28 日。

2. 調査対象者：

生徒 8 ～ 10 名の班を引率する教師 10 名のうち、有効データの得られた 5 名の心拍数データを採用した。調査対象者の特性を表 1 に示した。事前に健康状況と運動習慣を調査した結果、健康状態について全員が健康であると回答し、運動習慣のない対象者はいなかった。対象の山に初めて引率登山した者もいなかった。

表 1 対象者特性

	A	B	C	D	E	mean ±SD
年齢	35	41	43	32	27	35.6 ± 6.5
身長(cm)	162	170	180	176	171	171.8 ± 6.8
体重(kg)	55	65	75	63	61	63.8 ± 7.3
引率登山回数	6	10	13	9	3	8.2 ± 3.8
運動習慣	月 2 ～ 3 回	週 1 ～ 2 回	週 1 ～ 2 回	週 1 ～ 2 回	週 3 回以上	
運動内容	自転車運動	ジョギング	バスケット審判	ジョギング、 筋力トレーニング	自転車運動	

3. 実施場所：

長野県上高地の徳澤園・蝶が岳。登山コースは徳澤園出発後、横尾まで徒歩で移動し、休憩の後、横尾(1615m)を起点とし、槍見台を經由～蝶が岳ヒュッテ(昼食休憩)・蝶が岳山頂(2667m)～長堀ルート～徳澤園(1555m)であった。調査は横尾を起点に徳澤園到着までとした。

4. 調査方法：

心拍数の測定にはハートレートモニター(S610i・POLAR社)を使用した。直接胸部に巻いたトランスミッター(T31C・POLAR社)から送られてくる心拍数を、出発時から目的地到着まで 1 分間隔で連続測定した。安静時心拍数は、朝起床直後に横になった状態で 2 回測定した。RPE の調査にはボルグスケールを用い、質問紙で行った。対象者にはスタート時に質問紙を配布し、休憩地点である蝶が岳ヒュッテと、下山後の徳澤園の計 2 回、回答してもらった。また、心拍数と RPE 間の相関関係をピアソンの積率相関係数によって求めた。指標として RPE の値を 10 倍した数値が推定心拍数とされている。さらに、引率教師の引率状況を把握するために、各引率班の休憩ごとに徳澤園に設置した本部と無線で連絡を取り合った。休憩は上りも下りも 30 分から 1 時間に 1 回、2 ～ 3 分程度の休憩を設けた。

Ⅲ. 結果

コースタイムを表 2 に、心拍数とRPEを表 3、調査対象者個別の心拍数の変動を表 4、心拍数の変化を図 1 に示した。調査対象者のコース平均タイムは上り 3 時間 48 分、下り 3 時間 29 分であった。蝶が岳ヒュッテにおける昼食休憩時間は平均 33 分であった。

表 2 コースタイム

	A	B	C	D	E	mean
スタート	6:30	6:39	6:12	6:40	6:29	
休憩	9:56	10:45	9:25	11:05	10:20	
上り時間	3:26	4:06	3:13	4:25	3:51	3:48
休憩終了	10:37	11:06	10:05	11:33	10:55	
ゴール	14:02	14:54	12:55	15:07	14:43	
下り時間	3:25	3:48	2:50	3:34	3:48	3:29

表 3 心拍数とRPE

		A	B	C	D	E	mean±SD
心拍数 (bpm)	MAX	上り	167	161	174	158	168.0 ± 9.1
		下り	160	175	169	170	164.6 ± 10.3
		全行程	167	175	174	158	170.8 ± 8.5
	MIN	上り	101	75	71	84	83.2 ± 11.6
		下り	98	93	90	98	93.8 ± 4.0
		全行程	98	75	71	83	82.4 ± 10.4
	mean±SD	上り	137.2 ± 14.2	118.5 ± 15.1	141.0 ± 24.3	122.7 ± 13.6	136.1 ± 20.1
		下り	122.7 ± 10.6	122.8 ± 15.1	116.9 ± 15.6	111.2 ± 10.4	127.8 ± 11.8
		全行程	128.3 ± 15.0	119.9 ± 15.5	127.5 ± 23.5	116.5 ± 14.1	130.6 ± 17.5
	Borg指標	上り	15	15	20	13	15.0 ± 3.1
		下り	19	14	11	12	13.0 ± 3.8
	安静時心拍数(bpm)	1回目	60	58	50	58	57.8 ± 4.8
		2回目	62	60	50	58	57.6 ± 4.6

表 4 対象者個別の心拍数の変動

	A	B	C	D	E
上り (bpm)	101～167	75～161	71～174	84～158	85～180
下り (bpm)	98～160	93～175	90～169	90～149	98～170
全行程 (bpm)	98～167	75～175	71～174	83～158	85～180

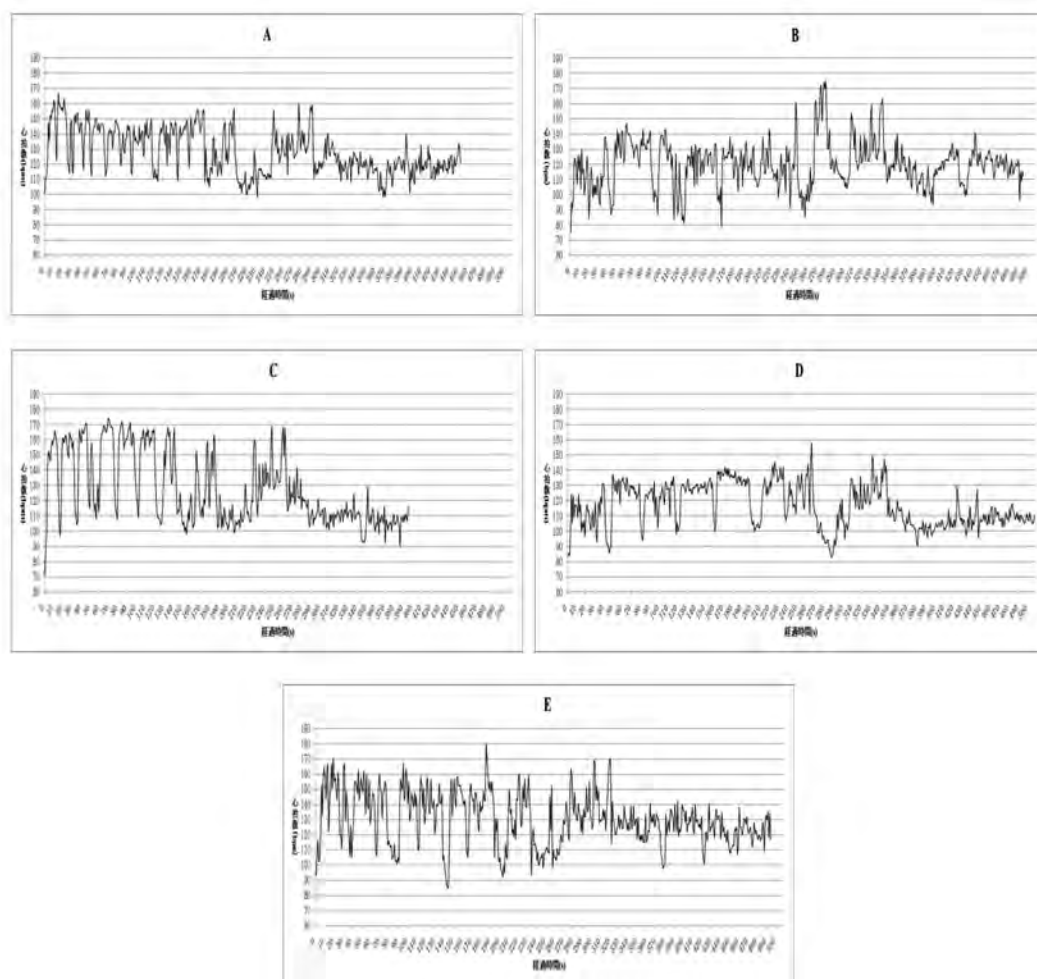


図 1 心拍数の変化

1. 心拍数

1) 平均心拍数

全体として、上りの平均心拍数は 131.1 bpm, 下りの平均心拍数は 120.3 bpm, 全行程の平均心拍数は 124.6 bpmであった。

個別では、上りの平均心拍数はA(137.2 ± 14.2 bpm), B(118.5 ± 15.1 bpm), C(141.0 ± 24.3 bpm), D(122.7 ± 13.6 bpm), E(136.1 ± 20.1 bpm)であった。下りの平均心拍数はA(122.7 ± 10.6 bpm), B(122.8 ± 15.1 bpm), C(116.9 ± 15.6 bpm), D(111.2 ± 10.4 bpm), E(127.8 ± 11.8 bpm)であった。全行程の平均心拍数はA(128.3 ± 15.0 bpm), B(119.9 ± 15.5 bpm), C(127.5 ± 23.5 bpm), D(116.5 ± 14.1 bpm), E(130.6 ± 17.5 bpm)であった。

2) 安静時平均心拍数

全体として、安静時平均心拍数は1回目 57.8 ± 4.8 bpm, 2回目 57.6 ± 4.6 bpmであった。個別では, A($60 \cdot 62$ bpm), B($58 \cdot 60$ bpm), C($50 \cdot 50$ bpm), D($58 \cdot 58$ bpm), E($63 \cdot 58$ bpm)であった。

3) 最大心拍数

全体として、上りの最大心拍数は 168.0 ± 9.1 bpm, 下りの最大心拍数は 164.6 ± 10.3 bpmであった。休憩も含めた全行程における最大心拍数は 170.8 ± 8.5 bpmであった。

個別では、上りはA(167bpm), B(161bpm), C(174 bpm), D(158 bpm), E(180 bpm)であった。下りはA(160 bpm), B(175 bpm), C(169bpm), D(149 bpm), E(170 bpm)であった。全行程はA(167 bpm), B(175 bpm), C(174bpm), D(158 bpm), E(180 bpm)であった。B以外は上りで最大心拍数を記録した。

2. 主観的運動強度

全体として、RPE平均値は上り 15.0 ± 3.1 , 下り 13.0 ± 3.8 であった。個別では、上りはA15, B15, C20, D13, E12 であった。下りはA 19, B14, C11, D12, E9 であった。A以外は上りの方が高い値を示した。

3. 運動強度の推定

1) 心拍数による運動強度の推定

Karvonen法により、年齢を使用した。また、目標心拍数に最大心拍数と平均心拍数を入れることにより、運動強度を算出した。

$$\text{目標心拍数} = \{ (220 - \text{年齢}) - \text{安静時心拍数} \} \times \text{運動強度}(\%) + \text{安静時心拍数}$$

この心拍数による運動強度の推定を表5, 運動強度対照表を表6に示した。平均心拍数より求めた運動強度は上り平均 $57.9 \pm 9.2\%$, 下り平均 $49.5 \pm 5.0\%$, 全体平均 $52.8 \pm 5.8\%$ で、 $45.0\% \sim 61.0\%$ の間であり、有酸素運動の運動強度であった。また、最大心拍数より求めた運動強度は平均 $89.4 \pm 8.5\%$ で、全体の値の幅は $76.9\% \sim 97.6\%$ の間であり、LT(乳酸性作業閾値)トレーニングから無酸素運動の強い強度であった。

表 5 心拍数による運動強度の推定

	A	B	C	D	E	mean ± SD	
上り 平均心拍数(bpm)	137.2	118.5	141.0	122.7	136.1		
運動強度(%)	61.5	49.6	71.7	49.8	57.1	57.9	± 9.2
下り 平均心拍数(bpm)	122.7	122.8	116.9	111.2	127.8		
運動強度(%)	49.8	53.2	52.7	40.9	50.8	49.5	± 5.0
平均心拍数(bpm)	128.3	119.9	127.5	116.5	130.6		
運動強度(%)	54.3	50.8	61.0	45.0	52.9	52.8	± 5.8
最大心拍数(bpm)	167	175	174	158	180		
運動強度(%)	85.5	96.7	97.6	76.9	90.2	89.4	± 8.5

表 6 運動強度対照表

運動強度(%)	
～70	有酸素運動
70～85	LTトレーニング
85～90	ATトレーニング
90～100	無酸素運動

2) RPEによる運動強度の推定

調査に使用したボルグスケールを表 7 に、RPEと運動強度の対照表は表 8 に示した。全行程の運動強度は、21.4%～100% (mean 57.2%) であり、有酸素運動から無酸素運動の強い運動強度であった。上りは 42.9%～100% (mean 64.3%) の間であり、下り 21.4%～92.9% (mean 50.0%) の間であった。また、上り下りの区間を問わず、最大心拍数が現れた区間で求めた運動強度は 42.9%～100% (mean 62.9%) の間であり、有酸素運動から無酸素運動の強い運動強度であった。

4. 心拍数とRPEの相関関係

登山における平均心拍数とRPEの間に、上りにおいて正の相関関係が認められた(上りR=0.42, 下りR=0.03)。また、最大心拍数とRPEの間に相関関係は認められず、先行研究とは異なる結果となった(上りR=0.13, 下りR=-0.20)。

表7 ボルグスケール

	日本語	英語
20		
19	非常にきつい	Very very hrd
18		
17	かなりきつい	Very hard
16		
15	きつい	Hard
14		
13	ややきつい	Somewhat hard
12		
11	楽である	Fairly light
10		
9	かなり楽である	Very light
8		
7	非常に楽である	Very very light
6		

表8 RPEと運動強度の対照表

RPE	運動強度(%)
20	100.0
19	92.9
18	85.8
17	78.6
16	71.5
15	64.3
14	57.2
13	50.0
12	42.9
11	35.7
10	28.6
9	21.4
8	14.3
7	7.1
6	0.0

Ⅳ. 考察

本研究では安全登山行事实施のために、学校集団登山における引率教師の運動強度を明らかにし、安全な集団登山引率を行うために必要な体力を検討するとともに、引率要因が運動強度に与える影響を明らかにすることを目的とした。そのため、引率教師を対象に心拍数とRPEの調査を実施した。

1. 引率教師の運動強度

登山者は登山において最大心拍数を記録した時の運動強度をRPEとして報告する傾向があるため、相関関係は本研究でも認められると仮定したが、異なる結果となった。原因として、(a)天候がおおむね良好であったため、RPEが低めに見積もられたこと、(b)引率要因が運動強度に影響を与えたことがあげられる。登山全行程で天候に恵まれ、天気も良く絶好の登山日和であり、RPEは低く見積もられたと考える(気温 17.2 ~ 27.2℃)。Eのように主観的な運動強度よりも心拍数による運動強度がかなり高く示されたことがそれを示している。そのため、本研究では心拍数による運動強度から引率教師の運動強度を推察した。平均心拍数から上り下りを含めた登山全体では有酸素運動の運動強度であり、最大で無酸素運動の強い運動強度であることが示唆された。

2. 引率が運動強度に与える影響

心拍数による運動強度と主観的な運動強度の関係から、引率要因が運動強度に与える影響を検討した。主観的な運動強度は、心拍数が最も高い時のRPEを報告する傾向があるが、AとBにおいて異なる結果であった。個々の状況を見てみると、Aは下りにおいて膝を痛めたため、膝に負担のかかる下りにRPEを高く示した。Bは上りにおいて運動の苦手な生徒たちで構成された班を担当し、比較的ゆっくりなペースであったが、下りは休憩場所である蝶が岳ヒュッテで他の班を含めて班を再編成し、比較的元気な生徒を引率していたため、下りにおいてペースが上がり、平均心拍数、最大心拍数共に上りよりも高い値を示した。RPEが心拍数より高い値を示したCは上りにおいて2班合同で行動し、2班の最後尾を担当していた。その際、班の先頭を担当した教師の登山ペースが速かったため、RPEを高く示した。「一緒に登っている引率者や生徒のペースを崩したくない、迷惑をかけたくない」などの心理が働き、生徒のペースが保たれているうちは教師から休憩やペースダウンを提案しづらい。Bでも示されたように、班生徒メンバーが代わると教師はそれに合わせてしまうことや、「生徒の安全を考えると、なるべく早く下山したい」との心理から速いペースになりがちである。本来であればペースをコントロールすべき引率教師が、逆に生徒の状況にペースを合わせてしまっていると言えよう。また、体力のない者を班の前にし、ペースを体力のない者に合わせるのが集団登山における基本であるが、生徒同士も「周りに迷惑をかけられない」との心理が働くことや、「早く下山したい」との気持ちにかられ、実際にはオーバーペースになっていると推察された。このように、登山に慣れている登山者が自分のペースで上る登山とは違い、専門家ではない引率教師は班の生徒がオーバーペースだとしても、そのペースに合わせてしまう傾向がある。それを踏まえて班のペースを事前に明確に考えた上で、班をコントロールし、ペース配分する必要がある。さらに、安全に配慮するために設けた時間設定も、班の生徒状況によっては逆に班や教師のペースを早め、強い運動強度になりやすく、危険を増大させていると考えられ、注意をする必要がある。

この特異な状況を理解し、本来であれば、班ごとの体力状況を明らかにし、事前準備を継続して行い、体力に合わせた設定時間でいけるよう引率教師がペース設定することが必要である。また、緊急な対応をすることを考えれば班の中で一番体力がない生徒よりも、班の引率教師は体力があることが望ましい。

V. 結論

本研究は学校集団登山の実施において、引率教師の運動強度を明らかにし、安全な集団登山引率を行うために必要な体力を検討するとともに、引率要因が運動強度に与える影響を明らかにすることを目的とした。運動強度を心拍数とRPEにより推定することにより、集団登山引率に必

要な体力が示唆された。長時間に渡る有酸素運動から無酸素運動は、運動習慣のない者にとってかなり強い運動強度と考えられる。また、心拍数とRPEの関係から、引率要因として生徒の状況や登山の専門家ではない引率教師は、ペースを無自覚のうちに生徒の状況に合わせてしまう傾向が示唆された。引率教師はそのことを自覚し、生徒の体力に合わせたペース配分をすることが、事故を予防することにつながる。この結果は、学校行事における登山を安全に引率するための体力と引率要因の影響を実証的に示したものと言えよう。体力的、精神的に未成熟な中学生において、2,500mを超える高地への登山は想像以上に試練である。それを引率する教師は、安全な集団登山を実現するために、ペースを考え、班をコントロールするなどのかなり周到な準備の上、当日に臨まねばならない。年齢と共に教師も体力は下がり、「昔はできた」との油断から事故につながることも考えられる。持久力は20歳代をピークとし、10歳加齢するごとに5～10%ずつ低下をする。具体的な目安以上の運動習慣を持つだけでなく、生徒に気を配りながら事故のないように安全に留意できる体力を身につけていく必要がある。

Ⅵ. 引用文献

- 1) 長野県山岳総合センター，長野県中学校集団登山動向調査のまとめ，<http://www.sangakusogocenter.com/chousa/docs/25tyousa.pdf>, 2015/4/1
- 2) 横山理沙，久保田瑞，古田真司：中学生における感動体験と自己肯定感の関連についての検討－学校適応と家族機能の影響に着目して－，東海学校保健研究，35(1):p17-24, 2011.
- 3) 久芳美恵子，齊藤真沙美，小林正幸：中学生の自己肯定感と人のかかわりとの関連について，東京女子体育大学紀要，第40号:p19-28, 2005.
- 4) 山口信二他：中学登山に関するアンケート調査－疾病の発症率について－，登山医学，Vol.20:p53-56, 2000.
- 5) 警察庁生活安全局地域課，平成27年における山岳遭難の概況，https://www.npa.go.jp/safetylife/chiiki/h27_sangakusounan.pdf, 2015/4/1
- 6) 小野寺昇，矢野里佐，矢野博巳：中高年者の山歩きと登山における主観的運動強度と心拍数の関係，登山医学，Vol.16:p25-32, 1996.
- 7) 小野寺昇一他：夏山登山における自覚的運動強度と心拍数変化の比較，登山医学，Vol.12:p79-85, 1992.

Ⅶ. 謝辞

調査にあたり聖学院中学校の先生方にご協力を賜りましたことをここに記して感謝申し上げます。